

Вѣстникъ Опытной Физики

и

ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ.

15 Августа

№ 327.

1902 г.

Содержаніе: О средствахъ, достаточныхъ для построения геометрическихъ задачъ второй степени. *Д. Шора.*—Приготовление ожиженныхъ газовъ и ихъ важнѣйшія примѣненія. (Продолженіе). *Е. Mathias.*—Научная хроника: 19-ый Международный Сѣздъ Астрономическаго Общества. Новые опыты Маркони.—Рецензіи: А. Киселевъ. Элементарная физика для среднихъ учебныхъ заведеній. *Прив.-Доц. В. Лермантова.*—Задачи для учащихся, №№ 226—231 (4 сер.).—Рѣшенія задачъ, №№ 144, 148, 149.—Опечатки.—Объявленія.

О средствахъ, достаточныхъ для построения геометрическихъ задачъ второй степени.

Д. Шора въ Геттингенъ.

Евклидъ ¹⁾ выводитъ всѣ построенія своей геометрической системы изъ слѣдующихъ постулатовъ:

1) если построены двѣ точки, то мы можемъ построить опредѣляемую ими прямую ²⁾;

и 2) если построены центръ и любая точка окружности, то мы въ состояніи построить эту окружность.

При этомъ Евклидъ молчаливо принимаетъ, на самомъ дѣлѣ, еще три постулата:

3) если построены двѣ пересѣкающіяся прямая, то мы можемъ построить точку ихъ пересѣченія;

4) если построены окружность и пересѣкающая ее прямая, то мы можемъ построить обѣ точки ихъ пересѣченія;

и, наконецъ, 5) коль скоро построены двѣ пересѣкающіяся окружности, мы въ состояніи построить обѣ точки ихъ пересѣченія ³⁾.

¹⁾ См., напр., русскій переводъ Евклида, изданный въ 1880-омъ году профессоромъ Ващенко-Захарченко.

²⁾ У Евклида этотъ постулатъ расчлененъ на двѣ части.

Въ переводѣ съ формальнаго языка на языкъ практическаго черченія постулаты 1) и 3) означаютъ, что для построений мы пользуемся *линейкой*; постулаты 2) и 5)—, что мы располагаемъ *циркулемъ*; наконецъ, постулатъ 4) означаетъ, что мы пользуемся обоими инструментами.

Въ настоящее время постулату 2) придается нѣсколько болѣе широкой смыслъ. А именно, кромѣ функціи описыванія окружностей, проходящихъ черезъ данныя точки, и центры которыхъ даны, циркуль долженъ исполнять еще роль *переносителя отрезковъ* съ одной части плоскости на другую. Во второмъ предложеніи своихъ „Началъ“ Евклидъ доказываетъ, что если даны двѣ точки A и B и третья точка A' , то мы можемъ на любой прямой, проходящей черезъ A' , построить точку B' такъ, чтобъ $A'B' = AB$. При этомъ, понятно, постулатъ 2) примѣняется такъ, какъ онъ формулированъ выше. Такъ какъ мы на самомъ дѣлѣ, пользуясь при черченіи циркулемъ, *переносимъ* при помощи него отрезки, то второе Евклидово предложеніе присоединяютъ къ постулату 2), который гласитъ въ такомъ случаѣ слѣдующимъ образомъ:

2а) если построены двѣ точки A и B , то мы можемъ вокругъ любой данной точки O , какъ центра, построить окружность, радіусъ которой равенъ отрезку AB .

Съ логической точки зрѣнія совершенно безразлично, принимаемъ ли мы постулаты 2) и 5) или 2а) и 5), такъ какъ изъ первыхъ легко вывести вторыя ⁴⁾; съ точки же зрѣнія практическаго черченія формулировка 2а) соотвѣтствуетъ дѣйствительному примѣненію циркуля.

Итакъ, исходя изъ пяти названныхъ постулатовъ, Евклидъ выводитъ всѣ построенія своей плоской геометріи. При этомъ конструктивныя задачи (проблемы) онъ ставитъ рядомъ съ теоремами, такъ что о его системѣ можно, въ буквальномъ смыслѣ слова, сказать, что она построена. Въ современныхъ же изложеніяхъ геометріи принято говорить лишь о *существованіи* геометрическихъ образовъ. Аксиомы и теоремы такой геометріи высказываютъ лишь утвержденія, что та либо другая фигура существуетъ или обладаетъ такими-то свойствами—напримѣръ: всякія двѣ точки плоскости опредѣляютъ одну прямую; или: сумма трехъ угловъ треугольника равна двумъ прямымъ, и т. п.—; тогда какъ конструктивнымъ задачамъ отводится второстепенное мѣсто. Развиваясь съ теченіемъ времени, геометрія расширила область своихъ аксіомъ, которыя, правда, большею частью, не высказывались въ явной формѣ въ видѣ опредѣленныхъ предложеній; такимъ

³⁾ Здѣсь, какъ и во всей статьѣ, рѣчь идетъ, понятно, лишь о планиметріи Евклида.

⁴⁾ Это будетъ показано ниже въ I-ой главѣ (см. п. 8).

образомъ возникла высшая геометрія, въ которой трактуются не только круги и прямыя линіи, но и всевозможныя другія фигуры. Если теперь задаться цѣлью построить фигуру, обладающую какими-либо свойствами, при чемъ изъ геометріи извѣстно, что такая фигура существуетъ, то является вопросъ, можно ли выполнить это построеніе помощью циркуля и линейки; другими словами, можно ли изъ постулатовъ 1), 2а) [либо 2)], 3), 4), 5) вывести логическимъ путемъ, опираясь, кромѣ того, на данную систему геометріи, построеніе требуемой фигуры. Какъ показалъ анализъ, это не всегда возможно. Если выразить рѣшеніе геометрической задачи аналитически, то пять постулатовъ, приведенныхъ выше, т. е. примѣненіе циркуля и линейки, оказываются эквивалентными пяти основнымъ операціямъ—четыремъ арифметическимъ дѣйствіямъ и извлеченію *квадратнаго* корня. Съ другой стороны, доказано, что алгебраическія выраженія, состоящія изъ конечнаго числа этихъ пяти операцій, могутъ быть корнями только тѣхъ уравненій, степень которыхъ $= 2^n$ и которыя могутъ быть замѣнены рядомъ *квадратныхъ* уравненій; коэффициентами этихъ уравненій служатъ данныя величины или величины, полученные изъ данныхъ черезъ конечное число названныхъ пяти операцій ⁵⁾.

Далеко не всѣ задачи, не содержащія въ условіи своемъ ничего противорѣчащаго предложеніямъ геометріи, приводятся къ ряду квадратныхъ уравненій; напротивъ того, такія на первый взглядъ простыя проблемы, какъ трисекція угла, квадратура круга и т. п., даютъ, если рѣшать ихъ аналитически, уравненія иныхъ степеней или даже трансцендентныя, а не алгебраическія уравненія. Изъ этого, понятно, не слѣдуетъ, чтобъ существовала метафизическая невозможность рѣшенія этихъ задачъ. Попросту для логическаго вывода этихъ построеній недостаточно тѣхъ пяти постулатовъ, о которыхъ была рѣчь выше; говоря языкомъ практики — недостаточно циркуля и линейки. Если же мы прибавимъ къ нашимъ постулатамъ еще нѣкоторые или замѣнимъ ихъ другими, то неразрѣшимыя задачи станутъ разрѣшимыми; иными словами, для построенія этихъ задачъ необходимы другіе инструменты, чѣмъ циркуль и линейка.

Но такого рода инструменты чрезвычайно сложны и изобрѣтеніе ихъ относится почти исключительно къ самому послѣднему времени. Напротивъ того, геометръ съ самыхъ древнихъ временъ привыкъ пользоваться циркулемъ и линейкой. Отсюда понятно,

⁵⁾ По этому вопросу см., напр., статью В. К. въ №№ 126 и 127 настоящаго журнала (стр. 113—125 и 143—152): „Краткій очеркъ исторіи задачи о квадратурѣ круга въ связи съ общимъ вопросомъ о томъ, какія задачи рѣшаются циркулемъ и линейкой“; а также книжку Е. Klein'а, изданную на русскомъ языкѣ Казанскимъ Физико-Математическимъ Обществомъ: „Лекціи по избраннымъ вопросамъ элементарной геометріи“; Казань, 1898. Къ этому изданію приложенъ мемуаръ W a n t z e l'я, посвященный тому же вопросу.

какое значеніе имѣютъ задачи, построеніе которыхъ выполнимо при помощи только этихъ двухъ инструментовъ; ихъ называютъ *графическими задачами второй степени*.

Такимъ образомъ, предполагая систему геометріи данной, мы можемъ, на основаніи пяти вышеназванныхъ постулатовъ ⁶⁾, логически вывести построенія любой задачи этой группы. Другими словами, для построенія задачъ второй степени *достаточно* располагать циркулемъ и линейкой. Невольно возникаетъ вопросъ, *необходимы* ли оба эти инструменты для построенія этой группы задачъ. Можетъ быть, для построенія ихъ достаточно примѣненія одного только изъ этихъ двухъ инструментовъ? Можетъ быть, можно замѣнить ихъ другими инструментами, столь же простыми? Или, выражаясь языкомъ формальной геометріи: какія измѣненія можно произвести въ системѣ пяти вышеприведенныхъ постулатовъ, чтобы изъ новой системы постулатовъ можно было бы вывести построенія всѣхъ задачъ второй степени?

Въ этой статьѣ я постараюсь изложить то, что сдѣлано въ настоящее время для разрѣшенія этихъ вопросовъ. Я начну съ построеній при помощи *одного только циркуля*, такъ какъ эта проблема возникла и была разрѣшена совершенно независимо отъ всѣхъ другихъ относящихся сюда вопросовъ.

I.

Геометрія циркуля.

1. Въ 1797 году итальянскій математикъ Lorenzo Mascheroni ⁷⁾ опубликовалъ работу подъ заглавіемъ „*La Geometria del Compasso*“ (*Геометрія циркуля*), въ которой онъ показалъ, что всякое построеніе, выполнимое при помощи циркуля и линейки, выполнимо также однимъ только циркулемъ. Такъ что изъ пяти постулатовъ Евклида для построенія задачъ второй степени оказывается достаточнымъ принять только 2а) и 5); постулаты 3) и 4) могутъ быть выведены изъ нихъ. Система построеній Mascheroni отличается отъ Евклидовой только тѣмъ, что постулатъ 1) не имѣетъ въ ней мѣста: задачи, въ которыхъ требуется *построить прямую*, могутъ быть рѣшены только въ томъ смыслѣ, что *строятъ две точки, опредѣляющія эту прямую*. Чертежи Mascheroni отличаются отъ чертежей Евклида тѣмъ, что они не содержатъ ни одной прямолинейной черты.

⁶⁾ Геометрическая система состоитъ изъ ряда предложеній, содержащихъ утвержденія, что извѣстные геометрическіе образы *существуютъ*, тогда какъ въ задачахъ рѣчь идетъ о *построеніи*. Понятія о *существованіи* и о *построеніи* опредѣляются—первое изъ аксіомъ геометріи, второе изъ постулатовъ, подобныхъ пяти вышеназваннымъ.

⁷⁾ Lorenzo Mario Mascheroni dell'Olmo (1750—1800) былъ профессоромъ математики Университета въ Павіи. Въ 1798 году онъ былъ избранъ въ члены коммиссіи для установленія системы мѣръ въ Парижѣ.

Цѣль сочиненія Mascheroni была не только теоретическая, но и практическая; какъ онъ сообщаетъ въ предисловіи къ своей книгѣ, онъ долго не рѣшался приняться за свое изслѣдованіе, пока ему не попалось описаніе приготовленія большихъ стѣнныхъ квадрантовъ англійскими механиками Graham'омъ и Bird'омъ. Употребленіе линейки оказалось для этого недостаточно точнымъ, такъ какъ этотъ инструментъ рѣдко достигаетъ такого совершенства, какъ циркуль; поэтому Graham и Bird предпочли пользоваться исключительно циркулемъ, при чемъ, за отсутствіемъ точныхъ геометрическихъ построеній, они должны были примѣнять приблизительный, опытный методъ, что въ значительной мѣрѣ затрудняло задачу. Это обстоятельство побудило Mascheroni приняться за изслѣдованіе построеній безъ помощи линейки и привело его скоро къ неожиданному результату, что всѣ задачи Евклидовой геометріи (т. е. задачи второй степени) могутъ быть, какъ уже упомянуто выше, разрѣшены помощью одного только циркуля.

Книга Mascheroni ⁸⁾ содержитъ, кромѣ проблемы дѣленія окружности круга на равныя части, большое число задачъ, какъ основныхъ, такъ и второстепенныхъ; при этомъ употребляется только циркуль. Такъ какъ къ немногимъ основнымъ задачамъ, какъ то, къ проведенію параллельныхъ, перпендикуляровъ и т. п., приводятся всѣ построенія задачъ второй степени, то Mascheroni справедливо заключаетъ, что безъ помощи линейки, однимъ только циркулемъ можно построить всѣ задачи этой группы. Mascheroni не указываетъ, что служило ему руководящею нитью при нахожденіи отдѣльныхъ рѣшеній; только въ одномъ мѣстѣ онъ вскользь замѣчаетъ, что пользовался какимъ-то геометрическимъ методомъ, но не проводилъ его повсюду, а по мѣрѣ надобности, отклонялся отъ него. „Я представляю другимъ“, говоритъ онъ далѣе: „изслѣдованіе цѣпи, связующей отдѣльныя задачи. Можетъ быть, имъ удастся найти путь, который бы велъ отъ одной задачи къ другой и который, будь онъ найденъ раньше, облегчилъ бы и сократилъ бы трудъ изобрѣтенія геометріи циркуля“.

Кромѣ отсутствія руководящей идеи въ книгѣ Mascheroni, это сочиненіе имѣетъ, съ современной точки зрѣнія, еще тотъ недостатокъ, что авторъ не ограничивается основными задачами, а даетъ массу построеній, не имѣющихъ принципіальнаго значенія. Свободной отъ этого ненужнаго баласта является книжка

⁸⁾ Сочиненіе Mascheroni (Pavia, 1797) было переведено въ 1798 году Carette'омъ на французскій языкъ, и съ французскаго въ 1825 году Gruson'омъ на нѣмецкій („*L. Mascheroni's Gebrauch des Zirkels*“, Berlin, 1825). По случаю столѣтія со дня смерти Mascheroni, его книга вышла новымъ изданіемъ (Palermo, 1901). Кромѣ того, существуетъ обработка „Геометріи циркуля“, изданная Ed. Hutton'омъ на нѣмецкомъ языкѣ: „*Die Mascheroni'schen Konstruktionen*“ (Halle, 1880).

Л. Frischauф'a⁹⁾, въ которой приведено существенное содержание „Геометріи циркуля“.

Идея Mascheroni, несмотря на все ея остроуміе и значеніе, вообще говоря, мало извѣстна. Лучшимъ доказательствомъ этого можетъ служить тотъ фактъ, что за истекшее десятилѣтіе напечатаны три (насколько мнѣ извѣстно) работы, въ которыхъ, очевидно, независимо отъ Mascheroni, разбирается и успѣшно разрѣшается вопросъ о построеніяхъ безъ помощи линейки. Это во-первыхъ, статья С. О. Шатуновскаго, напечатанная въ 1891 году въ „Вѣстникъ Опытной Физики“¹⁰⁾, въ которой доказывается, что изъ постулатовъ 2а) и 5) можно вывести постулаты 3) и 4), а слѣдовательно, и всѣ построенія задачъ второй степени. Во-вторыхъ, работа Е. Dubouis¹¹⁾, опубликованная въ 1897 году. И въ-третьихъ, статья G. Cesàro¹²⁾, напечатанная въ 1899 году; послѣдняя интересна еще въ томъ отношеніи, что авторъ ея, подобно Mascheroni, былъ приведенъ къ вопросу о построеніяхъ при помощи одного только циркуля потребностью практики: какъ авторъ сообщаетъ въ началѣ своей работы, онъ, приготавливая чертежи для своей книги „Résolution graphique des cristaux“, замѣтилъ, что большинство ошибокъ зависятъ отъ несовершенства линейки.

Мы не станемъ излагать въ настоящей статьѣ содержаніе книги Mascheroni и работъ трехъ названныхъ авторовъ. Всѣ эти построенія, вслѣдствіе отсутствія одной руководящей идеи, представляются чѣмъ-то весьма искусственными. Такая руководящая идея для построенія безъ помощи линейки была указана впервые August'омъ Adler'омъ въ 1890 году¹³⁾; а именно, онъ показалъ, что, при помощи преобразованій обратными радіусами, можно безъ труда доказать возможность построенія всѣхъ задачъ второй степени помощью циркуля, не пользуясь линейкой. Методъ Adler'a даетъ также средство находить построенія при помощи одного только циркуля, коль скоро построеніе помощью линейки и циркуля извѣстно.

Въ слѣдующихъ параграфахъ я излагаю поэтому доказательство Adler'a, при чемъ привожу все то, что необходимо знать для этого изъ теоріи преобразованій обратными радіусами. Послѣдняя сама по себѣ имѣетъ столь большое значеніе, что по-

⁹⁾ „Die geometrischen Constructionen von L. Mascheroni und J. Steiner“ (Graz, 1869).

¹⁰⁾ „О рѣшеніи задачъ безъ помощи линейки“; „Вѣстн. Оп. Физ.“, № 125 (XI Сем. № 5), стр. 89—92.

¹¹⁾ „La géométrie du compas“; Journal de Mathématiques élémentaires; t. 22, 1897, p. 53—56.

¹²⁾ „Les problèmes de géométrie résolus par le compas, sans la règle“; Mémoires de la Société Royale des Sciences de Liège, III série, t. I, 1899.

¹³⁾ „Zur Theorie der Mascheroni'schen Constructionen“; Sitzungsberichte der math-naturwiss. Classe d. Wiener Akademie, der Wissenschaften; XCIX. B., Abth. IIa, Jahrgang 1890, S. 910—916, Wien 1891.

знакомится съ ней, хотя бы въ общихъ чертахъ, необходимо всякому. Для нашей цѣли эта теорія имѣетъ еще то значеніе, что намъ придется въ одной изъ слѣдующихъ главъ возвратиться къ ней. При этомъ всѣ разсужденія, которыя я привожу ниже, носятъ вполне элементарный характеръ; изъ теоріи преобразованій обратными радіусами я привожу исключительно то, что необходимо для доказательства Adler'a ¹⁴⁾.

Построенія Adler'a имѣютъ еще то преимущество по сравненію съ построеніями Mascheroni, что они основаны на постулатахъ 2) и 5), тогда какъ Mascheroni (равно какъ и Шатуновскій и др.) принимаетъ вмѣсто 2) постулата постулатъ 2a). Правда, можно доказать, что 2a) выводится изъ 2) и 5), но такого доказательства я не могъ найти въ литературѣ. Евклидъ выводитъ въ своемъ 2-омъ предположеніи, что мы можемъ переносить отрѣзки, но при этомъ онъ пользуется постулатами 1), 2), 3), 4), тогда какъ для нашей цѣли необходимо доказать, что 2a) выводится изъ 2) и 5) только. Это будетъ показано ниже (см. п. 8).

(Продолженіе слѣдуетъ).

Приготовление ожиженныхъ газовъ и ихъ важнѣйшія примѣненія.

E. Mathias, профессора физики въ Тулузѣ.

Продолженіе *).

II.—Сохраненіе ожиженныхъ газовъ.

Въ какихъ сосудахъ можно собирать и сохранять ожиженные газы, является, очевидно, вопросомъ большой важности, какъ съ экономической точки зрѣнія, такъ и въ смыслѣ безопасности. Разсматриваемые нами ожиженные газы дѣлятся, съ этихъ двухъ точекъ зрѣнія, на двѣ рѣзко разграниченныя группы: съ одной стороны жидкій воздухъ, съ другой остальные вещества.

§ 1.—Сохраненіе жидкаго воздуха.

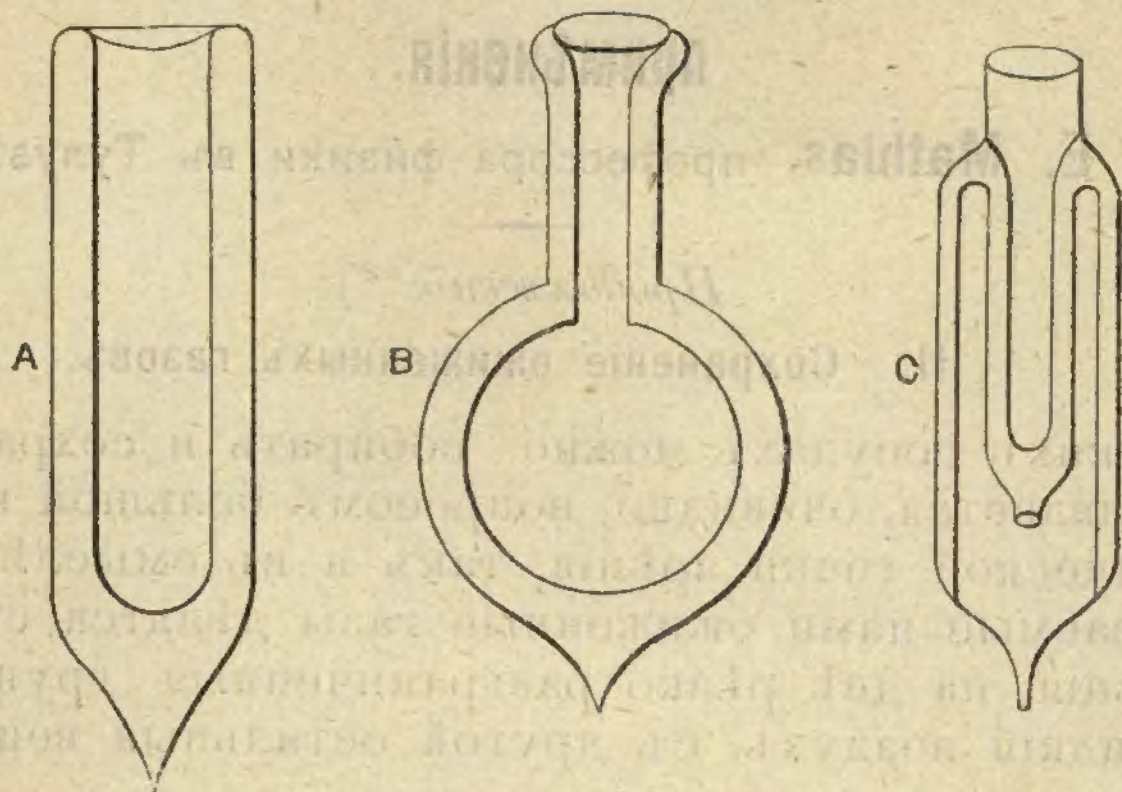
Ожиженный воздухъ сохраняется въ открытыхъ сосудахъ или сосудахъ, которые закрыты настолько неплотно, что давленіе внутри нихъ не превышаетъ замѣтнымъ образомъ вѣшняго

¹⁴⁾ Болѣе подробное и притомъ элементарное изложеніе теоріи преобразованій обратными радіусами читатель найдетъ въ прекрасной книгѣ П. А. Некрасова: „Алгебраическій методъ рѣшенія геометрическихъ задачъ на построеніе. Приложение алгебры къ геометріи и т. д.“; изд. II, Москва, 1896—; а также у J. Petersen'a, въ его классическомъ сочиненіи: „Methoden und Theorien zur Auflösung geometrischer Constructionsaufgaben“; deutsch von R. v. Fischer-Benzon; Kopenhagen, 1879; наконецъ, укажу на статью В. Ф. Кагана, помѣщенную въ 1887 году въ №№-ахъ 23 и 24 „Вѣстника Опытной Физики“.

*) См. № 326 „Вѣстника“.

атмосфернаго давленія ²⁰⁾; при этомъ не можетъ быть и рѣчи объ опасности взрыва. Остается экономическій вопросъ, заключающійся въ томъ, чтобы по возможности замедлить испареніе. Дѣйствительно, какую роль можетъ играть вещество, испаренію котораго нельзя было бы воспрепятствовать? Можно ли было бы сказать, что приготовленіе этого вещества дешево стоитъ, если оно столь эфемерно, что не можетъ ни къ чему примѣняться? Изъ этихъ вопросовъ становится очевиднымъ, что промышленное значеніе жидкаго воздуха зависитъ почти исключительно отъ сохраненія его въ такихъ сосудахъ, которые, говоря практически, не пропускаютъ тепла; дѣйствительная же цѣнность самаго вещества не играетъ при этомъ столь важной роли.

Для цѣлесообразнаго сохраненія небольшихъ количествъ жидкаго воздуха примѣняютъ стеклянные сосуды съ двойными стѣнками, покрытыми слоемъ серебра; изъ пространства между стѣнками выкачанъ воздухъ (способъ d'Arsonval'я, усовершенствованный James'омъ Dewar'омъ). Въ подобныхъ сосудахъ литръ жидкаго воздуха испаряется лишь по истеченіи четырнадцати дней. Этимъ сосудамъ обыкновенно придаютъ формы, изображенныя на фиг. 6. Первоначальная форма А примѣняется въ



Фиг. 6.—Различныя формы сосудовъ, служащихъ для сохраненія небольшихъ количествъ жидкаго воздуха.

настоящее время лишь для небольшихъ объемовъ жидкаго воздуха, не превышающихъ 600 кубическихъ сантиметровъ; форму В уже трудно готовить, если желательно получить емкость въ нѣсколько литровъ; можно достигнуть емкости въ 6 литровъ, но такіе сосуды были бы слишкомъ ломкими: чтобы опредѣлить то

²⁰⁾ Если заключить жидкій воздухъ въ герметически закупоренный сосудъ, то давленіе въ немъ возрастаетъ, а вмѣстѣ съ давленіемъ и температура; такъ что черезъ нѣкоторое время въ сосудѣ остался бы только сжатый газообразный воздухъ.

громадное гнутіе, которое долженъ былъ бы испытывать сосудъ, коль скоро его ось слегка выведена изъ вертикальнаго положенія, надо было бы представить себѣ, что вѣсъ всей заключающейся въ сосудѣ жидкости дѣйствуетъ на конецъ довольно длиннаго плеча рычага; до четырехъ литровъ прочность такихъ судовъ достаточна. Форма *C* построена Richard'омъ Müller-Uri de Brunswick, по Weinhold'y; внутренний резервуаръ этого рода сосуда можетъ быть, если это нужно, снабженъ дѣленіями.

На большихъ фабрикахъ жидкаго воздуха примѣняются обыкновенные металлическіе сосуды вмѣстимостью въ 50 литровъ; эти сосуды прикрываются войлокомъ или овечьей шерстью. Но въ такихъ сосудахъ жидкій воздухъ испаряется слишкомъ скоро, а именно около двухъ литровъ въ часъ ²¹⁾, такъ что въ теченіе одного дня все содержимое сосуда испаряется.

Фирма „General Liquid Air and Refrigerating Co“ употребляетъ резервуары либо изъ деревянной массы, либо изъ металла; стѣнки этихъ сосудовъ обернуты особымъ остроумнымъ приѣмомъ. Жидкость вытекаетъ изъ сосуда черезъ трубу, погруженную до самаго дна; наполняется же сосудъ, напротивъ того, черезъ болѣе широкое отверстіе. На *внутренней* стѣнкѣ сосуда, наверху, находится предохранительный клапанъ, который открывается, какъ только давленіе воздуха превыситъ 0,4 килограммовъ, т. е., приблизительно атмосферное давленіе; вышедшій черезъ клапаны холодный воздухъ проходитъ между двумя металлическими обертками, образуя, такимъ образомъ, прежде чѣмъ ускользнуть *наружу*, родъ парообразной оболочки. Кромѣ того, внѣшняя металлическая обертка защищена отъ посторонняго нагрѣванія еще одной изолирующей оболочкой, и, наконецъ, все это помѣщается въ корзину изъ ивовыхъ прутьевъ.

§ 2.—*Сохраненіе другихъ охлажденных газовъ.*

Такъ какъ всѣ другіе охлажденные газы, о которыхъ идетъ здѣсь рѣчь, остаются при обыкновенной температурѣ въ жидкомъ состояніи, то ихъ можно и должно заключать въ герметически закупоренные сосуды. О формѣ и прочности послѣднихъ мы будемъ говорить ниже, въ томъ мѣстѣ, гдѣ будетъ идти рѣчь о перевозкѣ жидкихъ газовъ, такъ какъ, въ видахъ общественной безопасности, именно при перевозкѣ вопросъ о цѣлесообразной конструкціи этихъ сосудовъ играетъ важную роль. Съ этимъ вопросомъ непосредственно связанъ вопросъ о непроницаемости крановъ, такъ какъ, если кранъ течетъ, то прочность резервуара является обманчивой. Кромѣ того, съ точки зрѣнія практическаго примѣненія охлажденных газовъ, возникаетъ еще одно требованіе: а именно, иногда необходимо получить исключительно жидкость,

²¹⁾ *Linde: Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure; томъ XLIV.*

иногда, напротивъ того, исключительно газъ, да еще при опредѣленномъ давленіи; послѣдняго достигаютъ при помощи особаго аппарата для регулированія давленія.

Краны пріемниковъ для ожиженныхъ газовъ должны быть неизмѣнно снабжены долотообразною частью. Винтъ этихъ крановъ обладаетъ весьма сжатымъ ходомъ и кончается коническимъ остріемъ приблизительно въ 60° ; это остріе должно быть сдѣлано чрезвычайно точно и подходить плотно къ краямъ отверстія, которое представляетъ собой узкую, у конца слегка расширяющуюся трубку, ось которой совпадаетъ съ осью винта. Обѣ прилегающія другъ къ другу поверхности должны быть поверхностями вращенія; если онѣ хорошо приходятся одна къ другой, то незамѣтное сопротивленіе, которое чувствуется при закручиваніи винта, значительно возрастаетъ, когда оконечность долота доходитъ до отверстія, которое должно быть замкнуто. Нѣтъ нужды вращать винтъ слишкомъ сильно ²²⁾, достаточно давать ему легкіе толчки по касательной къ окружности его поперечнаго сѣченія и контактъ достигнуть; при этихъ условіяхъ кранъ запирается, какъ замокъ, и пріемникъ абсолютно закупоренъ, какъ бы велико ни было давленіе въ немъ.

Чтобы открыть кранъ, достаточно сперва слегка нажать на винтъ въ обратномъ направленіи, чѣмъ преодолевается сцѣпленіе поверхностей, а затѣмъ безъ труда открутить винтъ.

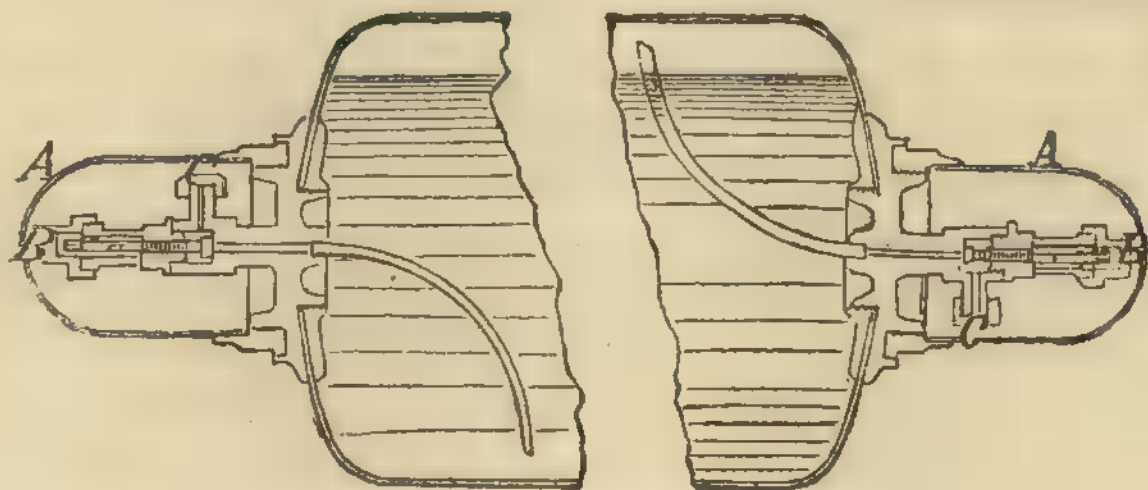
Отверстіе, чрезъ которое выходитъ ожиженный газъ, всегда перпендикулярно оси долота; чтобы воспрепятствовать выходу газа въ направленіи этой оси, необходимо, чтобы цилиндрическая и отполированная головка долота была сжата въ кожаной коробкѣ, изъ которой бы выставлялся квадратный кончикъ; при помощи ключа различной формы можно вращать, такимъ образомъ, винтъ.

Форма пріемниковъ для ожиженныхъ газовъ и расположеніе крановъ, понятно, различны для различныхъ газовъ. Мы опишемъ еще бомбу, употребляемую фирмой „*Compagnie industrielle des procédés Pictet*“; она послужитъ примѣромъ приспособленія, при помощи котораго можно по желанію получать изъ пріемника газъ либо жидкость. Такая бомба, которая, равно какъ и отдѣльныя ея части, снабжена маркой фирмы, вылита изъ красной мѣди и вылужена изнутри тонкимъ слоемъ олова. Она состоитъ изъ цилиндра, къ которому припаяны два тоже мѣдныхъ шлема; одинъ изъ этихъ шлемовъ содержитъ кранъ, снабженный долотообразною частью. Отверстіе, изъ котораго выходитъ газъ, про-

²²⁾ Если поверхности, которыя должны прилегать одна къ другой, плохо сдѣланы, то долото не замыкаетъ отверстія при слабомъ давленіи нашей руки на винтъ, и кранъ течетъ. Напротивъ того, если давить слишкомъ сильно, то поверхности деформируются все больше и больше и, въ концѣ концовъ, кранъ примыкаетъ еще менѣе плотно, чѣмъ при слабомъ давленіи на него.

должается внутрь бомбы закрученной трубкой, такъ что, въ зависимости отъ того, какъ повернуть цилиндръ, изъ него можно получать какъ газъ, такъ и жидкость; см. фиг. 7.

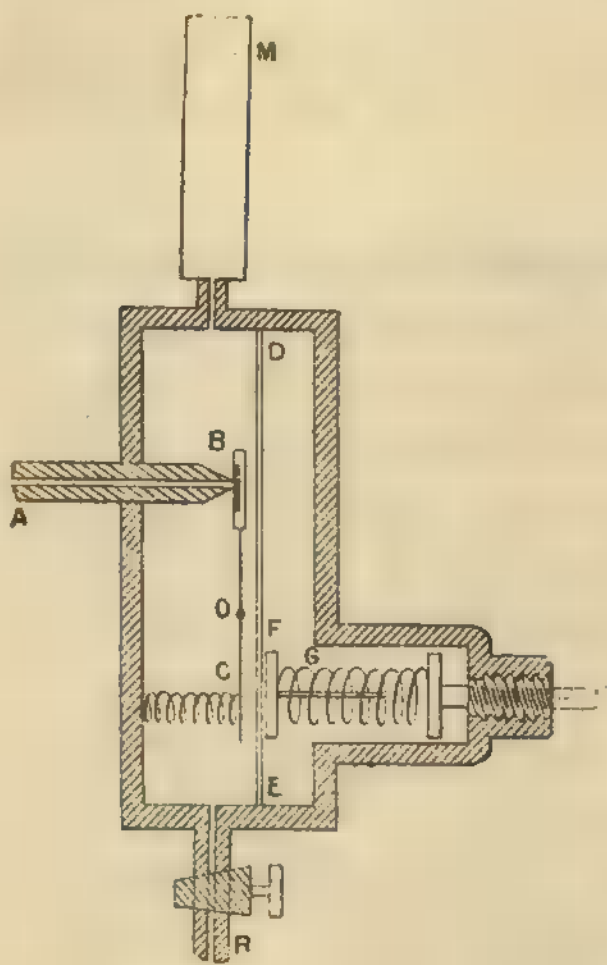
Было бы бесполезно описывать здѣсь всевозможныя детальныя усовершенствованія различныхъ пріемниковъ; мы упомянемъ



Фиг. 7.—Бомба, служащая для сохраненія жидкаго эфирнаго ангидрида.—
А—мѣдный шлемъ; В—отверстіе для выхода газа; С—долото.

только о томъ, что нѣкоторые пріемники, какъ, на примѣръ, изобрѣтенный Fourrier, обладаютъ автоматическими предохранительными клапанами; такой клапанъ открывается, какъ только внутреннее давленіе достигаетъ нѣкотораго, заранее опредѣленнаго значенія.

Мы закончимъ этотъ параграфъ, посвященный вопросу о сохраненіи охлажденныхъ газовъ, описаніемъ аппарата для регулированія давленія. (См. фиг. 8). Онъ состоитъ [по существу изъ ме-



Фиг. 8.—Аппаратъ для регулированія давленія.—А—трубка, черезъ которую входитъ газъ; ВОС—рычагъ, одинъ конецъ котораго В закрываетъ отверстіе А; С—пружина; DE—каучуковая перегородка; F—металлическій кружокъ, управляемый пружиной G; V—регулирующій винтъ; R—кранъ; M—манометръ.

таллической коробки, въ которую газъ поступаетъ черезъ трубку *A* подь давленіемъ насыщенныхъ паровъ, соотвѣтствующимъ температурѣ эксперимента. Эта трубка, конецъ которой остро срезанъ, герметически прикрыта эбонитовымъ кружкомъ, вдѣланнымъ въ металлическую оправу *B*; послѣдняя укрѣплена на концѣ рычага *BOC*, вращающагося вокругъ оси *O*, перпендикулярной къ плоскости чертежа; на другой конецъ рычага дѣйствуетъ пружина *C*. Камера, въ которую поступаетъ газъ, ограничена каучуковой перегородкой *DE*, которая давитъ на металлическій кружокъ *F*, регулируемый весьма упругой пружиной *G*. Напряженіе этой послѣдней, отъ котораго зависитъ по существу все функционированіе аппарата, регулируется винтомъ *V*. Если придать частямъ аппарата такое расположеніе, чтобы кружокъ *F* давилъ на *C*, то отверстіе трубы *A* открывается, и газъ проникаетъ въ камеру *ADE* и распространяется въ ней. Когда давленіе здѣсь становится слишкомъ велико, то газъ отталкиваетъ каучуковую перегородку *DE* и кружокъ *F* перестаетъ давить на пружину *C*; тогда отверстіе трубы *A* закрывается и выходъ газа прекращенъ. Но какъ только давленіе газа становится меньшее, пружина *G* снова начинаетъ давить на *C* и отверстіе *A* открывается. Такимъ образомъ, газъ выходитъ изъ крана *K* подь почти неизмѣннымъ давленіемъ, которое измѣряется металлическимъ манометромъ *M*. Это давленіе можно, по желанію, измѣнять, вращая винтъ *V*, четырехгранная головка котораго выступаетъ наружу.

(Продолженіе слѣдуетъ).

НАУЧНАЯ ХРОНИКА.

19-ый Международный Съездъ Астрономическаго Общества. — Какъ было своевременно сообщено въ „Вѣстникъ“ (см. № 321, стран. 212), конгрессъ астрономовъ происходилъ отъ 4—7 августа (н. с.) въ Гёттингенѣ. На засѣданіяхъ его были затронуты, кромѣ ряда спеціальныхъ вопросовъ, также и такіе, которые имѣютъ интересъ не только для спеціалиста-астронома. Мы приводимъ здѣсь вкратцѣ то, что, по нашему мнѣнію, можетъ заинтересовать читателей „Вѣстника“.

Прежде всего всеобщій интересъ возбудили стереоскопическіе снимки различныхъ небесныхъ тѣлъ, изготовленные *Pulfrich*’омъ (въ Іенѣ) при содѣйствіи *M. Wolf*’а (въ Гейдельбергѣ). Какъ уже сообщалось въ нашемъ журналѣ (см. „Вѣстникъ“, № 287, стр. 272, XXIV сем. № 11), фотографіи эти снимаются съ небесныхъ объектовъ въ различное время сутокъ, выбранное такъ, чтобы полученные снимки были стереоскопическими, т. е. чтобы они давали въ стереоскопѣ впечатлѣніе рельефныхъ объектовъ. Какъ извѣстно, мы въ состояніи различать

рельефность только у тѣхъ предметовъ, которые находятся отъ насъ на не слишкомъ большомъ разстояніи. Говоря языкомъ геометріи, нашъ глазъ какъ бы оцѣниваетъ не ариѳметическое отношеніе разстояній двухъ точекъ отъ насъ, а геометрическое: такъ что, если двѣ точки находятся отъ насъ на очень большомъ разстояніи, то мы склонны считать ихъ одинаково удаленными отъ нашего глаза, несмотря на то, что иногда ихъ разстояніе можетъ быть на самомъ дѣлѣ весьма велико. Лучшимъ примѣромъ этого можетъ служить то обстоятельство, что небо со звѣздами представляется намъ шаромъ. Менѣе общеизвѣстенъ тотъ фактъ, что, если подняться на воздушномъ шарѣ высоко надъ землею, то поверхность ея представляется вогнутой на подобіе блюда; если достигнуть достаточно большой высоты, то земная поверхность будетъ представляться нашему глазу почти такимъ же совершеннымъ полушаріемъ, какъ небесный сводъ надъ нами. Способъ Pulfrich'a имѣетъ цѣлью хотя бы на снимкѣ устранить этотъ недостатокъ нашей организаціи. Планеты на такихъ снимкахъ, рассматриваемыхъ въ стереоскопъ, представляются шарами, вокругъ которыхъ позади и впереди на различныхъ разстояніяхъ расположены ихъ спутники; особенно эффектенъ снимокъ Сатурна. Также и луна представляется намъ на такомъ снимкѣ шарообразной, а не плоской, какъ мы видимъ ее всегда.

Не менѣе интересны фотографіи неба, демонстрированныя Мах'омъ Wolf'омъ (Гейдельбергъ), на которыхъ изображены безчисленные звѣзды, туманности, кометы и малыя планеты, недоступныя, большею частью, непосредственному разсматриванію человѣческимъ глазомъ, даже вооруженнымъ сильнѣйшими подзорными трубами. Небесный сводъ на такихъ снимкахъ представляется почти сплошь густо усыяннымъ звѣздами.

Особенно оживленныя пренія возбудилъ докладъ приватъ-доцента экспериментальной физики при Геттингенскомъ Университетѣ W. Kaufmann'a о катодныхъ лучахъ и тому подобныхъ явленіяхъ *теоріи электроновъ* *). Референтъ обратилъ вниманіе астрономовъ на то, что въ настоящее время нѣкоторые физики предполагаютъ возможнымъ и цѣлесообразнымъ обосновать механику на основаніи электродинамики, а не наоборотъ, какъ считалось единственно возможнымъ до настоящаго времени. Исходя изъ понятія объ электронѣ, слѣдуетъ заключить, что

*) Пользуемся этимъ случаемъ, чтобы замѣтить слѣдующее. Мы давно уже ищемъ подходящую для „Вѣстника“ статью, которая бы ввела нашихъ читателей въ эту совершенно новую область физики — теорію электроновъ, значеніе которой быстро возрастаетъ. Но до самаго послѣдняго времени намъ не удалось найти подходящаго матеріала; да оно и понятно: научныя идеи, вводящія насъ въ кругъ совершенно новыхъ понятій, поддаются общедоступному и притомъ не поверхностному изложенію лишь послѣ болѣе подробной ихъ разработки. Недавно, наконецъ, поиски наши увѣнчались успѣхомъ, и въ одномъ изъ ближайшихъ номеровъ нашего журнала мы помѣстимъ переводъ статьи проф. Schmidt'a, которая познакомитъ нашихъ читателей съ этой интересной областью.

масса движущагося тѣла не независима отъ скорости его, и притомъ зависимость эта различна въ различныхъ направлѣніяхъ. Въ первомъ приближеніи электродинамическое обоснованіе механики дало бы, правда, тѣ же результаты, какъ и обыкновенное, такъ какъ при небольшихъ скоростяхъ масса должна по этой теоріи быть почти постоянной и замѣтно измѣняется только при скоростяхъ, приближающихся къ скорости свѣта. По примѣрному подсчету *Kaufmann*'а, отлічіе электродинамической массы отъ постоянной должно было бы сказаться для планетныхъ движеній въ восьмомъ десятичномъ знакѣ. Поэтому онъ обратился и къ астрономамъ съ вопросомъ, существуютъ ли астрономическіе методы наблюденій, дающіе такую степень точности. Какъ оказывается, по словамъ нѣкоторыхъ изъ присутствующихъ, такой точности нѣтъ возможности достигнуть въ настоящее время. Но принципиальная сторона этого вопроса вызвала живѣйшій протестъ со стороны большинства болѣе пожилыхъ астрономовъ и послужила поводомъ къ оживленнымъ дебатамъ. Электродинамическая теорія защищалась при этомъ только геттингенскими учеными, изъ которыхъ назову трехъ молодыхъ, спеціально занимающихся этимъ вопросомъ: со стороны экспериментальной физики *W. Kaufmann*, со стороны теоретической—*M. Abraham* и, наконецъ, со стороны астрономіи проф. *E. Schwarzschild*.

Непосредственно за вышеупомянутыми дебатами послѣдовалъ интересный докладъ проф. Лебедева (Москва) о давленіи, оказываемомъ свѣтовыми лучами *). Подобно тому, какъ въ предыдущемъ докладѣ *Kaufmann* вноситъ коррективы въ основной законъ механики—законъ инерціи, опыты Лебедева заставляютъ внести поправку въ законъ Ньютонна. И въ этомъ случаѣ опять въ первомъ приближеніи старый законъ оказывается достаточно точнымъ, но, коль скоро рѣчь идетъ о притяженіи солнцемъ болѣе мелкихъ тѣлъ и агрегатовъ, то отъ силы солнечнаго притяженія слѣдуетъ вычесть силу давленія, оказываемую солнечными лучами на эти тѣла. Въ астрономіи эта поправка должна получить важное значеніе для теоріи кометъ и ихъ движенія **). Между прочимъ проф. Лебедевъ сообщилъ о своихъ новыхъ экспериментахъ, при помощи которыхъ обнаруживается давленіе свѣтовыхъ лучей на газы. Эти опыты еще не опубликованы.

Слѣдующій съѣздъ астрономическаго общества соберется въ 1904 году въ Лундѣ (Швеція). Президентомъ общества избранъ прежній президентъ проф. *Seeliger* (Мюнхенъ). П. Э.

Новые опыты Маркони. Въ докладѣ, читанномъ въ одномъ изъ послѣднихъ засѣданій *Royal Institution*, Маркони познакомилъ слушателей со своими новѣйшими опытами беспроволочнаго теле-

*) См. замѣтку г. В. Оболенскаго — въ № 300 (XXV сем. № 12) „Вѣстн.“, стран. 280—281.

**) См. статью *S. Arrhenius*'а „О причинѣ полярныхъ сіяній“, помещенную въ №№-ахъ 298, 299, 300, 301 „Вѣстника“, вышла также отдѣльнымъ изданіемъ, № 171 Каталога отдѣльныхъ изданій „Вѣстн. Оп. Физ.“.

графированія на дальнія разстоянія. Его первые опыты телеграфированія чрезъ Атлантическій океанъ были встрѣчены съ нѣкоторымъ недоверіемъ, такъ какъ, частью вслѣдствіе неблагопріятной погоды, частью благодаря враждебному вмѣшательству имѣющей монополію трансатлантической телеграфной компаніи, они должны были быть преждевременно прерваны и достигнутый Маркони результатъ — троекратная передача буквы S — былъ не для всѣхъ достаточно убѣдителенъ. Но, когда Маркони повторилъ свои опыты между двумя другими пунктами (Poldhu въ Корнуэльсѣ и Филадельфіей), раздѣленными океаномъ и отстоящими на разстояніи 1551 мили другъ отъ друга, при чемъ передача сигналовъ была вполне отчетлива, то сомнѣнія должны были исчезнуть. Механизмъ распространенія электрическихъ волнъ на такія огромныя разстоянія между точками, раздѣленными одна отъ другой сильно выдающейся кривизной земли, дѣлающей невозможною прямолинейную передачу, ждетъ еще полнаго разъясненія. По мнѣнію Роинсарé, мы имѣемъ здѣсь дѣйствіе диффракціи: электрическія волны, подобно свѣтовымъ, встрѣчая препятствія, огибаютъ ихъ; но такъ какъ первыя волны во много разъ длиннѣй вторыхъ, то и размѣры препятствій, которыя онѣ могутъ преодолѣть, несравненно больше. Другая гипотеза объясняетъ способность электрическихъ волнъ огибать кривизну земного шара тѣмъ, что онѣ, какъ извѣстно, не могутъ проникать вглубь проводниковъ; морская вода представляетъ собой проводникъ; вѣроятно, и верхніе слои атмосферы проводятъ электричество настолько хорошо, что для волнъ они являются рефлексорами; такимъ образомъ, электрическія волны распространяются въ нижнихъ слояхъ атмосферы какъ бы между двумя отражающими ихъ обложками. Какъ бы то ни было, послѣ новыхъ опытовъ Маркони нельзя болѣе сомнѣваться въ возможности передачи электрическихъ волнъ на самыя далекія разстоянія.

Въ этихъ опытахъ былъ наблюдень очень интересный фактъ. На разстояніи до 700 миль передаваемые сигналы воспринимались достаточно ясно и днемъ, и ночью. Но на болѣе далекомъ разстояніи передача безпрепятственно и отчетливо совершалась только ночью. Такимъ образомъ, солнечный свѣтъ не остается безъ вліянія на передачу. По мнѣнію Маркони, съ этой помѣхой можно бороться, усиливая энергію посылаемыхъ сигналовъ. Для своихъ дальнѣйшихъ опытовъ между Poldhu и Канадой (для которыхъ, замѣтимъ между прочимъ, канадское правительство выдало субсидію ок. 160 тыс. руб.) Маркони предполагаетъ поэтому пользоваться усиленнымъ передатчикомъ.

По словамъ Маркони, новый приборъ, которымъ онъ располагаетъ, работаетъ надежнѣй и гораздо быстрѣй, чѣмъ прежніе; пользуясь телефономъ, можно легко передавать 35 словъ въ минуту; соединяя же свой детекторъ съ другимъ регистрирующимъ приспособленіемъ, Маркони надѣется достигнуть быстроты передачи въ нѣсколько сотъ словъ въ минуту. („Электричество“.)

РЕЦЕНЗІИ.

А. Киселевъ. *Элементарная физика для средних учебных заведений*, со многими упражненіями и задачами. Москва. 1902 г. Изд. В. В. Думнова, 2 вып. 10,5 и 18,5 листовъ, 501 рис.

Передъ нами хорошій образецъ современной, школьной, стерилизованной науки. Авторъ добросовѣстно выполнилъ, по мѣрѣ своихъ силъ и сообразно обычаямъ, указанные имъ въ предисловіи цѣли: 1) сокращеніе учебнаго матеріала, согласно съ указаніями Общей Коммиссіи, 2) согласіе съ современными научными данными, 3) краткость, точность и простоту изложенія, 4) иллюстрацію его вездѣ, гдѣ это нужно, отчетливо исполненными рисунками и наглядными схематическими чертежами и 5) снабженіе учебника достаточнымъ количествомъ задачъ и упражненій.

Конечно, разсмотрѣвъ учебникъ поближе, мы найдемъ не мало неточностей изложенія и даже ошибокъ въ мелочахъ, но, несмотря на это, по большей части учебника г. Киселева будетъ легко учить, учиться и отвѣчать своему учителю. Неудачныя мѣста бросаются въ глаза собрату-учителю, а ученики ихъ не замѣтятъ, въ своихъ отвѣтахъ они дѣлаютъ еще больше искаженій, и не усваиваютъ мысли автора въ изложенной имъ формѣ, поэтому неудачныя мѣста въ книгѣ исчезаютъ, какъ капли, въ этомъ морѣ ученическихъ искаженій. Хорошій учитель укажетъ на промахи учебника, и это можетъ только способствовать запоминанію соотвѣствующихъ фактовъ.

Несмотря на все это, можно очень сомнѣваться, возможно ли, въ самомъ дѣлѣ, выучиться физикѣ по этому учебнику такъ, чтобы имѣть общее представленіе объ этой наукѣ и умѣть при случаѣ примѣнить кое-что изъ своихъ знаній къ дѣлу. Причина та, что характеръ изложенія и выборъ фактовъ въ книгѣ г. Киселева отвѣчаютъ такой цѣли обученія: ученику средняго учебнаго заведенія достаточно пріобрѣсти лишь нѣкоторое развитіе по предмету физики, состоящее изъ знанія кое-какихъ фактовъ, доступныхъ его пониманію, и умѣнія кое-что сказать объ нихъ при случаѣ. Поэтому, автору вовсе не надо стараться уяснить всѣ основныя истины науки, а лишь тѣ, которыя поддаются легко изящному изложенію, ученикамъ доступному. Другія можно пропустить вовсе или обойти ихъ разъясненіе какою-либо ловкою фразою, хотя-бы онѣ и были важны для самой науки. Больше фактовъ сообщить не позволяетъ скупо отмѣренное время, а болѣе основательное ихъ знаніе вовсе не нужно, вѣдь не ученыхъ или техникувъ приготавливаетъ средняя школа, а просто образованныхъ людей.

Такой взглядъ, общераспространенный между составителями современныхъ учебниковъ, авторъ примѣнилъ немного радикальнѣе, чѣмъ его предшественники, навѣрное, вслѣдствіе желанія

сократить объемъ курса. Но сокращать можно разное: обыкновенно, оставляя всѣ намѣченные вопросы, „усѣкаютъ“ безъ особаго разбора сообщаемое о каждомъ изъ нихъ, такъ что часто оставляютъ одну шелуху безъ содержанія. Разумное же сокращеніе, очевидно, должно заключаться въ выпускѣ лишнихъ фразъ, въ выборѣ наиболѣе цѣлесообразнаго изложенія каждаго вопроса и въ устраненіи цѣлыхъ статей и вопросовъ, признанныхъ ненужными или недоступными пониманію учениковъ, при достаточной полнотѣ, связности и даже картинности всѣхъ излагаемыхъ статей.

Усвояемость курса зависитъ еще отъ умѣнія излагающаго указать своевременно, для чего нуженъ каждый разбираемый вопросъ. Еще Соломонъ сказалъ, что невѣжда охотно слушаетъ лишь слова науки, отвѣчающія на вопросы, уже зародившіеся въ сердцѣ его. Такія указанія хорошій учитель дѣлаетъ въ своихъ классныхъ разговорахъ, (часто кажущихся пустыми для поверхностнаго слушателя), но въ книгу ихъ помѣщать не принято. Случается только, что иной ревнитель точности изложенія помѣститъ замѣтку о какой-либо мелочи, часто граничащую съ „превратнымъ толкованіемъ“.

Нашъ авторъ не отступилъ въ этихъ отношеніяхъ отъ обычая; кромѣ того, онъ, повидимому, не вполне удачно выбралъ источники для своего курса: въ предисловіи онъ приводитъ длинный списокъ пособій, начиная съ учебниковъ нашихъ университетскихъ профессоровъ и кончая многими французскими и нѣмецкими элементарными учебниками. Ни своеобразныхъ англійскихъ учебниковъ, ни оригинальныхъ книжекъ Маха въ этомъ списокѣ нѣтъ. Первые не могли служить автору непосредственно, такъ какъ они изложены для лицъ съ математическою подготовкою, а изученіе большого числа элементарныхъ учебниковъ не оставило ему времени, чтобы углубиться въ изученіе самой научной физики. Это сказывается въ постановкѣ многихъ вопросовъ, гдѣ выдвигается не суть дѣла, а часто даже не вполне правильно понятыя подробности.

Вообще, всего слабѣе механическій отдѣлъ, расположенный, по обычаю, частью въ началѣ, частью въ концѣ курса. Одинъ этотъ отдѣлъ будетъ труденъ для учениковъ: авторъ былъ принужденъ говорить тутъ о многомъ и не могъ привести достаточно реальныхъ примѣровъ и примѣненій, чтобы устранить чрезмѣрную отвлеченность изложенія. Если ученикъ и запомнитъ слова и формулы этого отдѣла, то онъ все еще не будетъ знать, что съ ними дѣлать, они останутся для него фактами, довлѣющими сами себѣ, а не основами для объясненія обыденныхъ явленій и практическихъ расчетовъ. Остальные отдѣлы удачнѣе, задачъ много, между ними есть и чисто физическія, заставляющія подумать, какой физическій законъ нужно примѣнить, но многія окажутся не подъ силу ученикамъ. Можно пожалѣть, что почти нѣтъ задачъ, представляющихъ примѣненіе результатовъ физики къ объясненію явленій обыденной жизни или къ техникѣ.

Разсмотримъ теперь по порядку нѣкоторыя мѣста книги, чтобы подтвердить наши сужденія о ней.

Введеніе начинается „ex abrupto“ съ метрической системы. Ни слова не сказано ни о логическомъ значеніи единицы мѣры, ни о томъ, зачѣмъ понадобилось сначала опредѣлить метръ какъ десятимилліонную часть четверти земного меридіана, а затѣмъ просто какъ длину нѣкотораго „архивнаго метра“. Далѣе указано, что, „по причинѣ нѣкоторыхъ неточностей“, масса грамма „нѣсколько меньше“ массы одного кубическаго сантиметра воды. Можно бы вовсе не смущать юные умы, при самомъ началѣ курса, такими „нѣкоторыми“ погрѣшностями, а если говорить, то зачѣмъ не сообщить настоящаго положенія дѣла?

Дальше, на стр. 8, уже „превратное толкованіе:“ довольно обычное смѣшеніе понятій о тѣлѣ и веществѣ. „Всякій матеріальный предметъ называется физическимъ тѣломъ или просто тѣломъ“, а вслѣдъ затѣмъ: „Тѣла могутъ быть въ трехъ состояніяхъ“, и „Большинство тѣлъ можетъ находиться въ каждомъ изъ этихъ трехъ состояній“. Свойство переходить во всѣ три состоянія принадлежитъ веществу, и даже небольшому числу веществъ, а тѣло при такомъ переходѣ прекращаетъ свое существованіе: растопленная сальная свѣчка уже не свѣчка, а два тѣла: свѣтильня и нѣкоторое количество растопленнаго сала.

На стр. 10. Въ статьѣ: „Наблюденіе и Опытъ“, говорится: „Если же мы разсматриваемъ какое-либо явленіе не такъ, какъ оно совершается въ природѣ, а какъ мы его сами искусственно воспроизводимъ, то мы производимъ опытъ или экспериментъ“. Это лишь внѣшнее различіе между опытомъ и наблюденіемъ: суть дѣла въ томъ, что дѣлая опытъ, мы воспроизводимъ явленіе при опредѣленныхъ, нами выбранныхъ условіяхъ, чтобы узнать вліяніе этихъ условій на результатъ, а воспроизводя, напримѣръ, искусственно явленіе горѣнія въ печахъ и ежедневно наблюдая за его ходомъ, мы еще далеки отъ производства опыта.

Изложеніе основныхъ свѣдѣній изъ механики также имѣетъ характеръ пересказа своими словами съ мало обдуманнми пропусками. Такъ, не указано, что движеніе опредѣляется всегда относительно другихъ предметовъ, о средней скорости не упоминается вовсе. Въ предисловіи авторъ указываетъ, что Ньютоновъ законъ о независимости причинъ недоступенъ пониманію учениковъ, и, не упоминая о немъ въ текстѣ, излагаетъ правила сложенія силъ. Такой пріемъ, можетъ быть, правильный: не слѣдуетъ доказывать условныя истины: въ механикѣ силы такъ опредѣляютъ, что ихъ величины оказываются независимыми одна отъ другой и отъ состоянія покоя или движенія точекъ ихъ приложенія; когда, по обстоятельствамъ опыта, дѣйствіе одной силы зависитъ отъ существованія другой (какъ при взаимной индукціи двухъ магнитовъ), это обстоятельство принимается во вниманіе отдѣльно. А ученики, навѣрное, не соблазняются такимъ отсутствіемъ доказательства и охотно повѣрятъ словамъ учителя.

На стр. 45, рис. 41 изображаетъ опытъ для доказательства перпендикулярности отвѣсной линіи къ поверхности воды, не попадавшійся мнѣ въ другихъ учебникахъ. На рисункѣ опытъ очень нагляденъ, но на дѣлѣ едва-ли онъ окажется убѣдительнымъ: нижній край наугольника погрузится въ жидкость и о совпаденіи будетъ судить трудно.

Законъ всемірнаго тяготѣнія тоже даетъ автору поводъ къ превратному толкованію: „Но хотя Ньютоновъ законъ на опытѣ строго и не доказанъ, тѣмъ не менѣе, онъ признанъ всѣми учеными, такъ какъ всѣ слѣдствія изъ него оправдываются наблюденіями и опытами“. А это развѣ не „опытное доказательство закона“?

Въ главѣ о вѣсахъ ошибка: сказано, что „вѣрность вѣсовъ“ требуетъ, „чтобы точки привѣса лежали на одной прямой съ точкою опоры“.

Въ статьѣ о жидкостяхъ не указано главное свойство капельныхъ жидкостей: удобоподвижность частицъ внутри жидкости и значительное поверхностное натяженіе, мѣшающее отрыванію частицы отъ ея поверхности; не выяснено также, что мѣрою гидростатическаго давленія служить отношеніе силы къ поверхности.

Такъ какъ авторъ заботился о цѣлесообразности рисунковъ, то надо замѣтить, что многіе изъ нихъ ошибочны. Такъ, рис. 6, изображающій „ртутный дождь“—перспективная карриатура: ртутный насосъ, рис. 127, не могъ бы дѣйствовать: у него подвижной резервуаръ значительно меньше неподвижнаго, а нагнетательнаго насоса, рис. 130, нельзя навинтить на „Гіероновъ шаръ“. Въ наше время, когда такъ легко дѣлать клише съ рисунковъ въ книгахъ, надо выбирать или простыя схемы или рисунки настоящихъ приборовъ. Въ иныхъ случаяхъ хорошій конструкторскій приборъ, сдѣланный по масштабу, еще лучше удовлетворялъ бы цѣли, но карриатура, искажающая пропорціи или конструкцію прибора, чтобы сдѣлать нагляднѣе самую важную часть, ведетъ лишь къ превратному пониманію разъясняемаго.

Въ ученіи о теплотѣ недостаетъ болѣе конкретныхъ примѣровъ изъ обыденной жизни и практики. Въ одномъ мѣстѣ, стр. 134, превратное толкованіе, вѣроятно, просто „сокращеніе“: „Лучеиспусканіемъ теплота нагрѣтаго тѣла сообщается окружающимъ тѣламъ быстро, почти мгновенно“. Очевидно, тутъ рѣчь должна идти о распространеніи лучистой теплоты со скоростью свѣта, но вышло иное, чему и гимназисты, пожалуй, не повѣрятъ.

Ученіе о звукѣ начинается съ довольно страннаго опредѣленія: „Часть физики, рассматривающая внѣшнія причины звуковыхъ явленій, познаваемыхъ нами посредствомъ органа слуха, наз. акустикой“. Авторъ, вѣроятно, имѣлъ въ виду выдѣлить фізіологію слуха, но самъ описываетъ больше явленія и ихъ законы, а о „причинахъ“ почти и рѣчи нѣтъ.

Въ ученіи объ электричествѣ авторъ уже не исполняетъ своего обѣщанія излагать согласно съ современными научными данными: онъ вводитъ лишь понятіе о потенциалѣ и опытѣ. Фарадея съ машинкой для мороженаго, а самыя наглядныя представленія современной теоріи вовсе выпускаетъ. Между тѣмъ, давно уже нѣтъ причинъ уклоняться отъ введенія этихъ современныхъ воззрѣній въ область элементарнаго преподаванія, изложеніе только получаетъ больше связности и картинности. Только первыя попытки такого рода выходили запутанными, потому что авторы, слѣпо подражая Максвеллу, считали нужнымъ излагать одновременно и старое и новое.

Глава о сохраненіи энергіи одна изъ болѣе слабыхъ, вѣроятно, потому, что, слѣдуя программѣ, авторъ не старался провести эту идею чрезъ все изложеніе. Поэтому идея сохраненія энергіи остается безъ достаточной иллюстраціи на реальныхъ примѣрахъ и будетъ запоминаема учениками не какъ самое важное обобщеніе физики, дающее возможность легко разобратъ-ся во многихъ темныхъ вопросахъ, а просто какъ особый терминъ такого же порядка, какъ разные „моменты“ да „матеріальныя точки“.

Прив.-Доц. В. Лермантовъ.

ЗАДАЧИ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ.

Рѣшенія всѣхъ задачъ, предложенныхъ въ текущемъ семестрѣ, будутъ помѣщены въ слѣдующемъ семестрѣ.

№ 226 (4 сер.). Рѣшить уравненіе

$$5x\sqrt{x+11x+11}\sqrt{x+6}=0.$$

Г. Огановъ (сел. Гомадзоръ).

№ 227 (4 сер.). Построить прямоугольный треугольникъ по данной длинѣ h перпендикуляра, опущеннаго изъ вершины прямого угла на гипотенузу, зная, что для этого треугольника разность между діаметрами описаннаго и вписаннаго круговъ достигаетъ minimum'a.

Г. Огановъ (сел. Гомадзоръ).

№ 228 (4 сер.). Построить прямоугольный треугольникъ по данному катету, зная, что перпендикуляръ, опущенный изъ вершины прямого угла на гипотенузу, дѣлитъ ее въ крайнемъ и среднемъ отношеніи.

М. Пучковскій (Умань).

№ 229 (4 сер.). Показать, что число $1+2+2^2+\dots+2^{5n-1}$, гдѣ n цѣлое положительное число, кратно 31.

(Займств.).

№ 230 (4 сер.). Освободить выражение

$$\frac{13\sqrt[3]{6} - 6(\sqrt[3]{9} + \sqrt[3]{4})}{3\sqrt[3]{4} + \sqrt[3]{6} - 2\sqrt[3]{9}}$$

отъ ирраціональности въ знаменателѣ.

(Заимств.).

№ 231 (4 сер.). Тѣло, взвѣшиваемое на неравноплечихъ вѣсахъ, вѣситъ на одной чашкѣ 120 граммовъ, а на другой 179,37 граммовъ; длина коромысла 34 сантиметра. Определить вѣсъ тѣла и длины плечъ коромысла.

П. Грицынъ (ст. Цымлянская).

РѢШЕНІЯ ЗАДАЧЪ.

№ 144 (4 сер.). Решить систему уравнений:

$$x^5 - a = 5bxy^2$$

$$x^2 - y^2 = b.$$

Подставляя въ первое изъ данныхъ уравненій $x^2 - b$ вмѣсто y^2 , получаемъ уравненіе:

$$x^5 - 5bx^3 + 5b^2x - a = 0 \quad (1).$$

Полагая $x = u + \frac{b}{u}$ (2), приводимъ уравненіе (1) къ виду

$$\left(u + \frac{b}{u}\right)^5 - 5b\left(u + \frac{b}{u}\right)^3 + 5b^2\left(u + \frac{b}{u}\right) = 0,$$

или, — послѣ приведенія, раскрытія скобокъ и освобожденія отъ знаменателя,

$$u^{10} - au^5 + b^5 = 0,$$

откуда $u^5 = \frac{a}{2} \pm \sqrt{\frac{a^2}{4} - b^5}$, $u = \alpha \sqrt[5]{\frac{a}{2} \pm \sqrt{\frac{a^2}{4} - b^5}}$, гдѣ α — одно изъ значеній корня 5-й степени изъ 1. Поэтому (см. (2))

$$x = \alpha \sqrt[5]{\frac{a}{2} \pm \sqrt{\frac{a^2}{4} - b^5}} + \frac{b}{\alpha \sqrt[5]{\frac{a}{2} \pm \sqrt{\frac{a^2}{4} - b^5}}} \quad (3).$$

Помножая числителя и знаменателя второго члена во второй части формулы (3) на $\alpha^4 \sqrt[5]{\frac{a}{2} \mp \sqrt{\frac{a^2}{4} - b^5}}$, при чемъ значенія радикаловъ

$\sqrt[5]{\frac{a}{2} + \sqrt{\frac{a^2}{4} - b^5}}$ и $\sqrt[5]{\frac{a}{2} - \sqrt{\frac{a^2}{4} - b^5}}$ предполагаются выбранны-

ми такъ, что произведение ихъ даетъ b , находимъ:

$$x = \alpha \sqrt[5]{\frac{a}{2} \pm \sqrt{\frac{a^2}{4} - b^5}} + \alpha^4 \sqrt[5]{\frac{a}{2} \mp \sqrt{\frac{a^2}{4} - b^5}};$$

формула эта даетъ, повидимому, 10 разныхъ значений x ; но изъ нихъ различны лишь тѣ 5, которые заключены въ формулѣ

$$x = \alpha \sqrt[5]{\frac{a}{2} + \sqrt{\frac{a^2}{4} - b^5}} + \alpha^4 \sqrt[5]{\frac{a}{2} - \sqrt{\frac{a^2}{4} - b^5}},$$

гдѣ α надо послѣдовательно дать 5 различныхъ значений, равныхъ значениямъ корня 5-й степени изъ 1. Подставляя x во второе изъ данныхъ уравненій, опредѣлимъ изъ него y .

Н. С. (Одесса); Портуней-юнкеръ Глинскій и Гришинъ (Спб.).

№ 148 (4 сер.). *Рѣшить систему уравненій*

$$x^7 = 3x^2 - 2xy + 4y^2$$

$$y^7 = 3y^2 - 3xy + 4x^2.$$

Уравненія эти удовлетворяются, полагая $x=y=0$. Кромѣ того, изъ второго уравненія видно, что при $y=0$ непременно и $x=0$. Помноживъ первое изъ данныхъ уравненій на y^7 , а второе на x^7 , вычтемъ ихъ почленно. Тогда получимъ: $3x^2y^7 - 3xy^8 + 4y^9 - 3y^2x^7 + 3x^8y - 4x^9 = 0$ (1).

Такъ какъ намъ остается найти лишь тѣ рѣшенія, въ которыхъ $y \neq 0$, то можно съ этой цѣлью раздѣлить обѣ части уравненія (1) на y^9 .

Полагая $\frac{x}{y} = t$ (2) и мѣняя знаки всѣхъ членовъ на обратные, находимъ:

$$4t^9 - 3t^8 + 3t^7 - 3t^2 + 3t - 4 = 0.$$

Разлагая лѣвую часть этого уравненія на множителей, имѣемъ:

$$(t-1)(4t^8 + t^7 + 4t^6 + 4t^5 + 4t^4 + 4t^3 + 4t^2 + t + 4) = 0.$$

Такимъ образомъ можно сдѣлать два предположенія: либо $t-1=0$, либо

$$4t^8 + t^7 + 4t^6 + 4t^5 + 4t^4 + 4t^3 + 4t^2 + t + 4 = 0 \quad (3).$$

Первое предположеніе (см. (2)) приводитъ къ равенству $x=y$, откуда, на основаніи перваго изъ предложенныхъ уравненій, имѣемъ:

$$x^7 = 3x^2 - 3x^2 + 4x^2 = 4x^2,$$

или

$$x^7 - 4x^2 = x^2(x^5 - 4) = 0,$$

откуда или $x=0$, — но тогда (на основаніи перваго изъ данныхъ уравненій) $y=0$, что противно предположенію, что $y \neq 0$, — или

$$x = y = \alpha \sqrt[5]{4} \quad (4),$$

гдѣ $\sqrt[5]{4}$ есть ариѳметическое значеніе корня, а α — одно изъ пяти значений корня 5-й степени изъ 1.

Раздѣливъ обѣ части уравненія (3) на t^4 и сгруппировавъ надлежащимъ образомъ члены, получимъ:

$$4\left(t^4 + \frac{1}{t^4}\right) + \left(t^3 + \frac{1}{t^3}\right) + 4\left(t^2 + \frac{1}{t^2}\right) + 4\left(t + \frac{1}{t}\right) + 4 = 0 \quad (5).$$

Полагаемъ

$$t + \frac{1}{t} = z \quad (6).$$

Возвышая обѣ части уравненія (6) въ квадратъ и затѣмъ вычитая изъ обѣихъ частей по 2, находимъ:

$$t^2 + \frac{1}{t^2} = z^2 - 2 \quad (7).$$

Перемножая почленно уравненія (6) и (7) и затѣмъ вычитая изъ полученнаго уравненія почленно уравненіе (6), получимъ:

$$t^3 + \frac{1}{t^3} = z^3 - 3z \quad (8).$$

Наконецъ, возвышая уравненіе (7) въ квадратъ и вычитая изъ обѣихъ частей по 2, имѣемъ:

$$t^4 + \frac{1}{t^4} = z^4 - 4z^2 + 2 \quad (9).$$

При помощи уравненій (6), (7), (8) и (9) уравненію (5) можно дать видъ

$$4(z^4 - 4z^2 + 2) + z^3 - 3z + 4(z^2 - 2) + 4z + 4 = 0,$$

или

$$4z^4 + z^3 - 12z^2 + z + 4 = 0 \quad (10).$$

Это уравненіе возвратное 4-й степени; при помощи подстановки $z + \frac{1}{z} = u$ (11) оно приводится къ квадратному $4u^2 + u - 20 = 0$. Найдя изъ этого уравненія два значенія u и подставивъ каждое изъ нихъ въ уравненіе (11), найдемъ четыре значенія z . Подставляя эти значенія z въ уравненіе (6), найдемъ 8 значеній t . Подставляя каждое изъ нихъ въ уравненіе (2), получимъ $x = yt$; подставляя это значеніе x во второе изъ данныхъ уравненій, найдемъ:

$$y^7 = 3y^2 - 3y^4t + 4y^2t^2.$$

По предположенію $y \neq 0$; слѣдовательно, обѣ части послѣдняго уравненія можно сократить на y^2 , откуда получимъ:

$$y^5 = 3 - 3t + 4t^2,$$

$$y = \alpha \sqrt[5]{3 - 3t + 4t^2}, \quad (\text{см. (2)}) \quad x = yt \quad (12),$$

гдѣ α одно изъ значеній корня пятой степени изъ единицы. Въ формулахъ; (12) t можетъ получить (см. (3)) 8 различныхъ значеній, α —5 значеній, y —всего 40 значеній, x —также 40 значеній.

Портупей-юнкеръ Глинскій и Гришинъ (Спб.); Д. Коварскій (Двинскъ) М. Поповъ (Асхабадъ); Г. Огановъ (Эривань).

№ 149. (4 сер.). Рѣшить систему уравненій:

$$x\sqrt{y} + y\sqrt{x} = a$$

$$\frac{x^2}{\sqrt{y}} + \frac{y^2}{\sqrt{x}} = b.$$

Полагая $x = z^2$, $y = u^2$ (1), приводимъ данныя уравненія къ виду:

$$z^2u + u^2z = a, \quad \frac{z^2}{u} + \frac{u^2}{z} = b, \quad \text{или}$$

$$zu(z+u) = a, \quad (2).$$

$$z^5 + u^5 = bzu$$

Сумму пятыхъ степеней количествъ z и u , $z^5 + u^5$, согласно съ теоріей симметрическихъ функцій, можно выразить въ видѣ цѣлой рациональной функцій количествъ $z+u$ и zu ; для того, чтобы достигнуть этого, сдѣлаемъ слѣдующій рядъ преобразованій: изъ обѣихъ частей тождества $z^2 + 2uz + u^2 = (z+u)^2$ отнимемъ по $2zu$; тогда получимъ:

$$z^2 + u^2 = (z+u)^2 - 2zu \quad (3).$$

Изъ обѣихъ частей тождества $(z+u)^3 = z^3 + u^3 + 3z^2u + 3u^2z = z^3 + u^3 + 3zu(z+u)$ вычтемъ по $3zu(z+u)$; тогда находимъ:

$$z^3 + u^3 = (z+u)^3 - 3zu(z+u) \quad (4)$$

Перемножая почленно равенства (3) и (4) и вычитая изъ обѣихъ частей по $z^2u^2(z+u)$ и дѣлая приведеніе въ обѣихъ частяхъ, получимъ:

$$(z+u)^5 = z^5 + u^5 + 5zu(z+u)^3 - 5z^2u^2(z+u).$$

Подставляя въ это уравненія (см. (2)) bzu вмѣсто $z^5 + u^5$, а затѣмъ всюду вмѣсто zu (см. (2)) $\frac{a}{z+u}$, освобождаясь отъ знаменателя и перенося всѣ члены въ одну часть, имѣемъ:

$$(z+u)^5 - 5a(z+u)^3 - ab + 5a^2 = 0,$$

откуда

$$z+u = \sqrt[3]{\frac{5a \pm \sqrt{5a^2 + 4ab}}{2}}, \quad (5).$$

$$zu = \frac{a}{\sqrt[3]{\frac{5a \pm \sqrt{5a^2 + 4ab}}{2}}}$$

Въ этихъ формулахъ надо придать корню 3-й степени одновременно одно и то же изъ 3-хъ значеній и передъ вторымъ радикаломъ взять одновременно или верхній, или нижній знакъ, такъ что для $z+u$ и zu получается всего 6 одновременныхъ рѣшеній. Изъ формулъ (5) видно, что z и u суть корни квадратнаго уравненія (распадающагося на 12 типовъ)

$$t^2 - t \sqrt[3]{\frac{5a \pm \sqrt{5a^2 + 4ab}}{2}} + \frac{a}{\sqrt[3]{\frac{5a \pm \sqrt{5a^2 + 4ab}}{2}}} = 0.$$

Найдя z и u , найдемъ по формулѣ (1) x и y .

Г. Огановъ (Эривань); портупей-юнкеръ Глинскій и Гришинъ (Спб.); Д. Коварскій (Двинскъ); Н. С. (Одесса); М. Поповъ (Асхабадъ); И. Плотникъ (Одесса); С. Кудинъ (Москва).

Опечатки. Въ задачѣ № 175 (4 сер.) (см. № 318 Вѣстника) вмѣсто словъ: „если n есть число“ надо читать: „если n есть нечетное число“.

Въ задачѣ № 178 (4 сер.) (см. № 319 Вѣстника) вмѣсто: „зная AE , $AB+DE$ “ надо читать: „зная AE , BC , $AB+DE$ “.

Редакторы: В. А. Циммерманъ и В. Ф. Каганъ.

Издатель В. А. Гернетъ.

Дозволено цензурою, Одесса 26-го Августа 1902 г.

Типографія Бланкоиздательства М. Шпенцера, Ямская, д. № 64.